



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110350319 B

(45) 授权公告日 2021.07.16

(21) 申请号 201910496741.6

(22) 申请日 2019.06.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110350319 A

(43) 申请公布日 2019.10.18

(73) 专利权人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72) 发明人 薛泉 张章 廖绍伟

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102
代理人 何淑珍 黄海波

(51) Int. Cl.
H01Q 1/50 (2006.01)
H01Q 1/36 (2006.01)
H01Q 15/08 (2006.01)
H01Q 15/02 (2006.01)
H01Q 19/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109768374 A, 2019.05.17
CN 107181067 A, 2017.09.19
CN 101227023 A, 2008.07.23
CN 206040945 U, 2017.03.22
WO 2007117780 A1, 2007.10.18
N. T. Nguyen等. "Size and Weight Reduction of Integrated Lens Antennas Using a Cylindrical Air Cavity". 《IEEE Transactions on Antennas and Propagation (Volume: 60 , Issue: 12 , Dec. 2012)》. 2012,
D.F. Filipovic等. "Double-slot antennas on extended hemispherical and elliptical silicon dielectric lenses". 《IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques (Volume: 41 , Issue: 10 , Oct 1993)》. 1993,

审查员 李秋实

权利要求书1页 说明书4页 附图4页

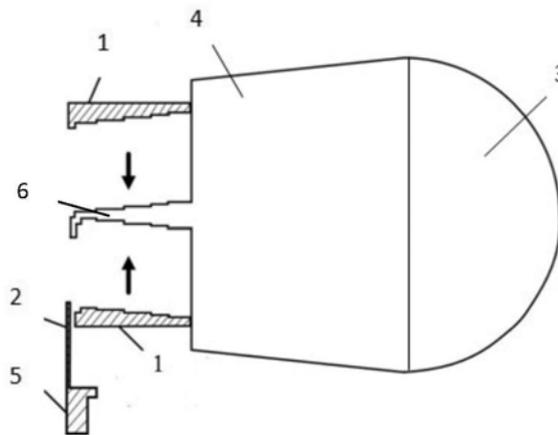
(54) 发明名称

一种毫米波全向透镜天线

(57) 摘要

本发明公开了一种毫米波全向透镜天线,包括馈电结构、透镜结构,所述馈电结构采用双锥天线结构,包括按一定Z向间隙同轴设置的两阶梯型圆金属板,所述两阶梯型圆金属板的中心设置有同轴的小孔,所述小孔内插入有进行馈电的探针;两个阶梯型圆金属板的相对面上下对称地由中心向边缘方向设置有使两阶梯型圆金属板的间隙递增的环形阶梯,位于下方的阶梯型圆金属板中心还设置有连通所述两阶梯型圆金属板间隙的同轴孔,所述同轴孔内设置有连接所述探针的SMK接头;所述透镜结构包括横截面为半圆形或半椭圆形的环形透镜、位于环形透镜和馈电结构之间的环形介质延伸层。本发明通过透镜结构与双锥天线结构相结合实现了一种高增益宽带的全向透镜天线。

CN 110350319 B



1. 一种毫米波全向透镜天线,包括馈电结构、透镜结构,其特征在于:所述的馈电结构采用双锥天线结构,包括按Z向间隙同轴设置的两阶梯型圆金属板(1),所述两阶梯型圆金属板(1)的中心设置有同轴的小孔,所述小孔内插入有进行馈电的探针(2);两个阶梯型圆金属板(1)的相对面上下对称地由中心向边缘方向设置有使两阶梯型圆金属板(1)的间隙递增的环形阶梯,位于下方的阶梯型圆金属板中心还设置有连通所述两阶梯型圆金属板(1)间隙的同轴孔,所述同轴孔内设置有连接所述探针(2)的SMK接头(5);

所述透镜结构包括横截面为半圆形或半椭圆形的环形透镜(3)、连接于所述环形透镜(3)内侧与所述两阶梯型圆金属板(1)外周壁之间的环形介质延伸层(4);所述环形介质延伸层(4)的横截面的高度沿靠近阶梯型圆金属板方向递减;所述环形介质延伸层(4)的横截面的高度沿靠近阶梯型圆金属板的方向以锥角 α 递减,所述锥角 α 为 5° - 7° 。

2. 根据权利要求1所述的毫米波全向透镜天线,其特征在于:所述的两阶梯型圆金属板(1)的材料为铜、铝或氧化铝。

3. 根据权利要求1所述的毫米波全向透镜天线,其特征在于:所述环形介质延伸层(4)朝向所述馈电结构的内侧延伸设置有与所述两阶梯型圆金属板(1)之间的间隙相匹配的延伸部(6)。

4. 根据权利要求1所述的毫米波全向透镜天线,其特征在于:所述环形透镜(3)、所述环形介质延伸层(4)和延伸部(6)为一体式结构。

5. 根据权利要求1所述的毫米波全向透镜天线,其特征在于:所述透镜结构的材料包括聚四氟乙烯、交联聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯。

6. 根据权利要求1所述的毫米波全向透镜天线,其特征在于:所述馈电结构、透镜结构垂直Z向的中心线均位于同一水平面。

一种毫米波全向透镜天线

技术领域

[0001] 本发明涉及电子通信技术的天线领域,尤其涉及一种高增益宽带的毫米波全向透镜天线。

背景技术

[0002] 通信系统的发展正进入5G时代,急需能达到每秒几千兆到数十千兆比特的传输速率的先进移动系统来支撑潜在的无线应用,例如多媒体设备,物联网和智能交通系统等。目前的4G移动蜂窝无线通信在有限的频段内很难满足如此高速率的传输需求。为了克服带宽的限制,国际电信联盟已经为潜在的5G通信及其他应用授权了几个毫米波频段,其中包括24.25-27.5GHz,37-40GHz,66-76GHz。在未来移动通信系统的架构里毫米波通信系统将起到非常重要的作用。

[0003] 双锥天线是一种行波天线,具有全向性好、宽带等优点。半球面透镜天线由于其增益高、具有好的宽带性能、馈电网络简单、加工成本低等特点在毫米波及亚毫米波频段受到广大研究者的青睐。因此本发明结合两者优点,提出一种工作在24GHz-30GHz频段,基于双锥天线做馈源,与半球面透镜相结合,实现高增益宽带的新型全向天线方案。目前已有方案中,[1]提出了一种高增益两单元双锥天线垂直堆叠阵列,其中直径336mm,高度121.4mm,全向增益12.5dBi,-10dB阻抗带宽14.2%;[2]研究出了一种应用于信道探测的超宽带双锥天线,其中直径58mm,高度157mm,全向增益<5dBi,-10dB阻抗带宽197.5%。

[0004] [1]Shaowei Liao,Pengyu Chen,and Quan Xue,“Ka-Band Omnidirectional High Gain Stacked Dual BiconeAntenna”,IEEE Trans.Antennas Propag.,vol.64,no.1,January 2016.

[0005] [2]Stanislav StefanovZhekov,AlexandruTatomirescu,and GertFrølund Pedersen,“Antenna for Ultrawideband Channel Sounding”,IEEE Antennas Wireless Propag.Lett.,vol.16,pp.692-695,2017.

[0006] 上述[1]中全向天线虽然增益高,但体积大,加工成本高,安装测试复杂;[2]方案中全向天线虽然带宽宽,但增益相对低,在工作频段内方向图不稳定。

发明内容

[0007] 本发明为了克服以上现有技术存在的不足,提供了一种高增益宽带的毫米波全向透镜天线,该天线既能作为宽带全向天线,在频段24-30GHz中满足 $S_{11} < -10\text{dB}$,还能够作为高增益全向天线,全向增益大于10dBi,辐射效率>90%。

[0008] 本发明的目的至少通过如下技术方案之一实现:

[0009] 一种毫米波全向透镜天线,包括馈电结构、透镜结构,所述的馈电结构采用双锥天线结构,包括按一定Z向间隙同轴设置的两阶梯型圆金属板,所述两阶梯型圆金属板的中心设置有同轴的小孔,所述小孔内插入有进行馈电的探针;两个阶梯型圆金属板的相对面上下对称地由中心向边缘方向设置有使两阶梯型圆金属板的间隙递增的环形阶梯,位于下方

的阶梯型圆金属板中心还设置有连通所述两阶梯型圆金属板间隙的同轴孔,所述同轴孔内设置有连接所述探针的SMK接头;

[0010] 所述透镜结构包括横截面为半圆形或半椭圆形的环形透镜、连接于所述环形透镜内侧与所述两阶梯型圆金属板外周壁之间的环形介质延伸层。

[0011] 进一步地,所述环形介质延伸层的横截面的高度沿靠近Z轴方向递减,以降低垂直方向的旁瓣电平。

[0012] 进一步地,所述环形介质延伸层4的横截面的高度沿靠近Z轴的方向以锥角 α 递减,所述锥角 α 为 5° - 7° 。以更好地降低垂直方向的旁瓣电平。

[0013] 进一步地,所述的两阶梯型圆金属板的材料为铜、铝或氧化铝。

[0014] 进一步地,所述环形介质延伸层朝向所述馈电结构的内侧延伸设置有与所述两阶梯型圆金属板之间的间隙相匹配的延伸部。

[0015] 进一步地,所述环形透镜、所述环形介质延伸层和延伸部为一体式结构。

[0016] 进一步地,所述透镜结构的材料包括聚四氟乙烯、交联聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯。

[0017] 进一步地,所述馈电结构、透镜结构垂直Z向的中心线均位于同一水平面。

[0018] 相比现有技术,本发明的有益效果是:

[0019] 本发明提供的天线通过透镜结构与双锥天线结构相结合实现一种新型高增益宽带全向透镜天线。结构组装简单且更易于加工,加工成本低,高增益,宽带,适合毫米波甚至亚毫米波段。既能作为宽带全向天线,在频段24-30GHz中满足 $S_{11} < -10\text{dB}$,还能够作为高增益全向天线,全向增益大于 10dBi ,辐射效率 $>90\%$ 。

附图说明

[0020] 图1为本发明实施例的阶梯型双锥馈源结构半截面图。

[0021] 图2为本发明实施例的全向半球面透镜天线半截面图。

[0022] 图3为本发明实施例的全向半球面透镜天线俯视图。

[0023] 图4为本发明另一实施例的全向半椭球面透镜天线半截面图。

[0024] 图5为本发明另一实施例的全向半球面透镜天线组装测试图。

[0025] 图6为本发明实施例的全向透镜天线 S_{11} 参数图。

[0026] 图7为本发明实施例的全向透镜天线XY平面远场方向图($\theta=90^{\circ}$)。

[0027] 图8为本发明实施例的全向透镜天线YZ平面远场方向图($\varphi=90^{\circ}$)。

[0028] 图中:1-阶梯型圆金属板;2-探针;3-环形透镜;4-环形介质延伸层;5-SMK接头;6-延伸部。

具体实施方式

[0029] 下面结合具体实施例对本发明的发明目的作进一步详细地描述,其中相同的零部件用相同的附图标记表示。需要说明的是,下面描述中使用的词语“前”、“后”、“左”、“右”、“上”和“下”指的是附图中的方向,词语“内”和“外”分别指的是朝向或远离特定部件几何中心的方向。

[0030] 如图1至图3所示,一种毫米波全向透镜天线,包括馈电结构、透镜结构,所述的馈电结构采用双锥天线结构,包括按一定Z向间隙同轴设置的两阶梯型圆金属板1,所述两阶

梯型圆金属板1的中心设置有同轴的小孔,所述小孔内插入有进行馈电的探针2;两个阶梯型圆金属板1的相对面上下对称地由中心向边缘方向设置有使两阶梯型圆金属板1的间隙递增的环形阶梯,位于下方的阶梯型圆金属板中心还设置有连通所述两阶梯型圆金属板1间隙的同轴孔,所述同轴孔内设置有连接所述探针2的SMK接头5;

[0031] 所述透镜结构包括横截面为半圆形的环形透镜3、连接于所述环形透镜3内侧与所述两阶梯型圆金属板1外周壁之间的环形介质延伸层4。

[0032] 另外,如图2所示,所述环形介质延伸层4朝向所述馈电结构的内侧延伸设置有与所述两阶梯型圆金属板1之间的间隙相匹配的延伸部6,所述环形透镜3、所述环形介质延伸层4和延伸部6为一体式结构。上述设置一方面为双锥天线的两阶梯型圆金属板1作介质支撑作用,另一方面使得透镜结构可以整体加工,从而使天线组装简单化的同时减少组装带来的误差。

[0033] 所述的两阶梯型圆金属板1的材料为铜、铝或氧化铝,本实施例采用铜;所述透镜结构的材料为聚四氟乙烯,介电常数为2.1,损耗正切为0.001,采用控制铣床加工。同样所述透镜结构的材料也可以采用交联聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等低损耗介质材料。

[0034] 包括聚四氟乙烯、交联聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯,本实施例采用聚四氟乙烯。

[0035] 所述馈电结构、透镜结构垂直Z向的中心线均位于同一水平面。

[0036] 如图4所示,在本发明的另一可行的实施例中,所述透镜结构包括横截面为半椭圆形的环形透镜3、连接于所述环形透镜3内侧与所述两阶梯型圆金属板1外周壁之间的环形介质延伸层4。

[0037] 如图5所示,在本发明的另一可行的实施例中,所述环形介质延伸层4的横截面的高度沿靠近Z轴方向递减,以降低垂直方向的旁瓣电平,其中,所述环形介质延伸层4的横截面的高度沿靠近Z轴的方向以锥角 α 递减,所述锥角 α 为 5° - 7° 。以更好地降低垂直方向的旁瓣电平。

[0038] 下面对上述实施例的全向透镜天线的原理作进一步的详细说明。

[0039] 上述实施例所提出的新型天线结构均为360度旋转轴对称结构,由两个基本部件组成,第一基本部件为馈电结构(即双锥天线),第二基本部件为透镜结构,将两基本部件组装起来即得到天线整体结构。

[0040] 一、馈电结构说明

[0041] 双锥天线属于偶极子的变型,其中圆锥体代替偶极子中的圆柱体。理论上,如果锥体无限长,则双锥天线的带宽为无限。但双锥天线的长度是有限的,并且覆盖频带的下限频率通常由每个锥体的长度控制,上限频率则由馈电结构大小决定。由于斜线锥体的尺寸比较固定,灵活度不高,因此上述实施例进一步地采用多阶梯模拟曲线来展开双锥天线带宽。

[0042] 由于双锥馈源的全向波束宽度与球面透镜的曲率一一对应,为了减少透镜曲面口径反射的影响,因此需选用相对应波束的双锥馈源,通过仿真优化得到双锥天线的几何尺寸。基于对称双锥天线设计的小型锥形馈电结构半截面图如图1所示。双锥天线由正中心都有小孔的上下两块阶梯型圆金属板1组成,阶梯型圆金属板1的材料采用铜,同样也可以采用铝,氧化铝。探针2需通过插入上下两阶梯型圆金属板1正中心的小孔对双锥天线进行馈电。

[0043] 二、透镜结构说明

[0044] 半球面透镜是一种宽带高增益定向天线结构,本发明在传统半球面透镜的基础上改进,提出一种新型高增益宽带全向透镜天线结构,改进过程包括:

[0045] 第一步:二维半球面透镜绕Z轴旋转360度得到一个环形半球面透镜。其中半球面透镜的半径决定了整个全向天线结构的高度,而高度与全向天线的增益呈正相关关系。

[0046] 第二步:在环形半球面透镜基础上,增加一层环形介质延伸层4,在减少电磁波反射的同时且增强透镜天线的方向性。随着延伸长度的增长,天线的方向性也随之增强,直到达到透镜最大衍射极限值。在引入环形介质延伸层4条件下,基于馈源的半球面透镜天线半截面图旋转示意图如图2所示,全向半球面透镜天线结构俯视图如图3所示。

[0047] 第三步:在引入环形介质延伸层4的环形半球面透镜之后,环形介质延伸层4的高度以锥角 α 向靠近Z轴方向递减,如图4所示,以降低垂直方向的旁瓣电平。

[0048] 第四步:环形介质延伸层4通过延伸部6延伸到馈源双锥天线中,如图2所示,延伸部6一方面为双锥天线的两阶梯型圆金属板1作介质支撑作用,另一方面使得天线介质部分可以整体加工,从而使天线组装简单化的同时减少组装带来的误差。

[0049] 上述实施例将透镜结构与馈电结构组合起来,就得到所需的新型全向透镜天线,仿真所得27GHz时-10dB阻抗带宽为22.2%,如图6所示。增益为11dBi(波动 ± 0.3 dBi),对应辐射效率92.8%,XY平面、YZ平面的方向图分别如图7、8所示。天线测试时将加工的双锥天线上、下两块阶梯型圆金属板1按照如图5所示的箭头与透镜结构紧配合组装,通过圆中心小孔插入SMK接头5及探针2进行馈电测试。

[0050] 基于上述说明,本发明的上述实施例具有如下特点:

[0051] 1) 新型全向天线:本发明馈源采用小型全向双锥天线馈电,基于半球面或半椭球面透镜工作原理设计了一种360度环形半球面或半椭球面透镜,从而提供了一种全向性好的新型全向天线。

[0052] 2) 高增益/宽带:本发明在馈源到环形半球面透镜中间采用介质延伸层,减少电磁波辐射反射。在引入环形介质延伸层之后,介质延伸层以锥角 α 向靠近Z轴方向逐渐变细,以降低垂直方向的旁瓣电平,进一步提供了一种可实现高增益,宽带全向透镜天线方案。

[0053] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

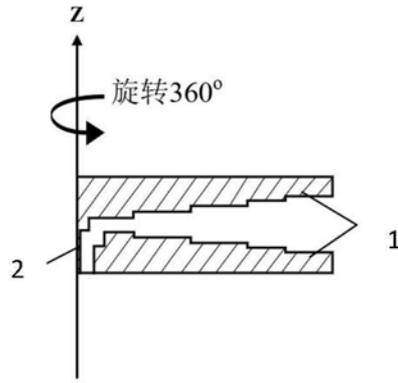


图1

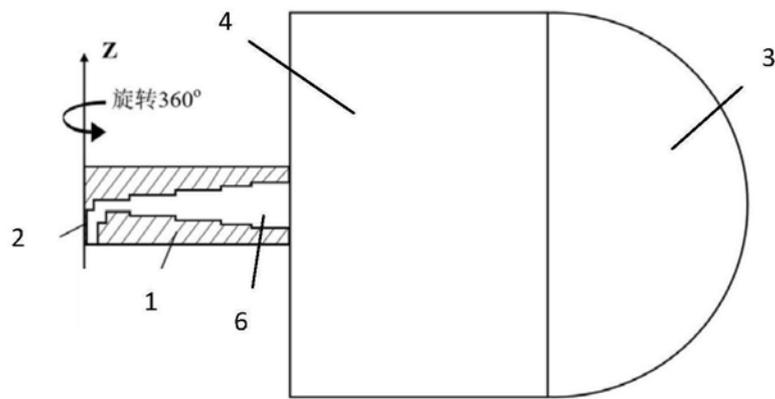


图2

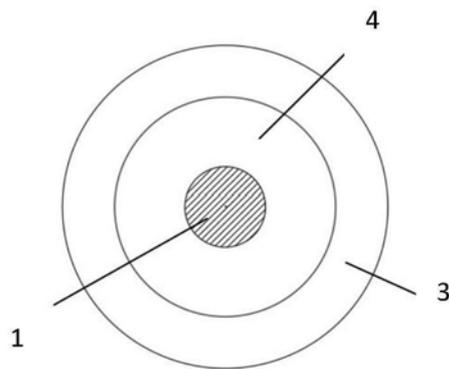


图3

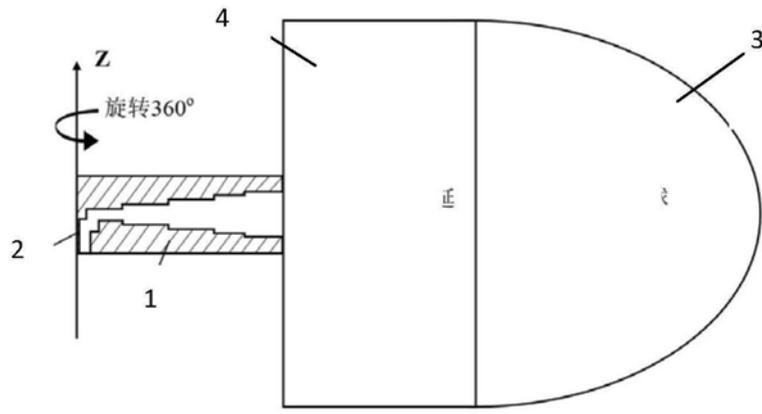


图4

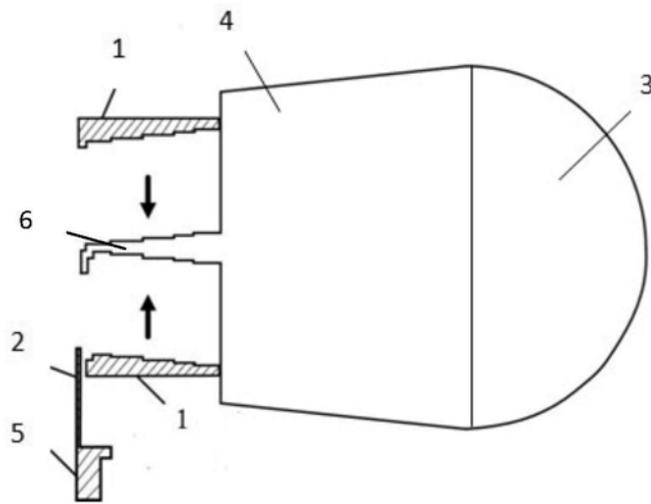


图5

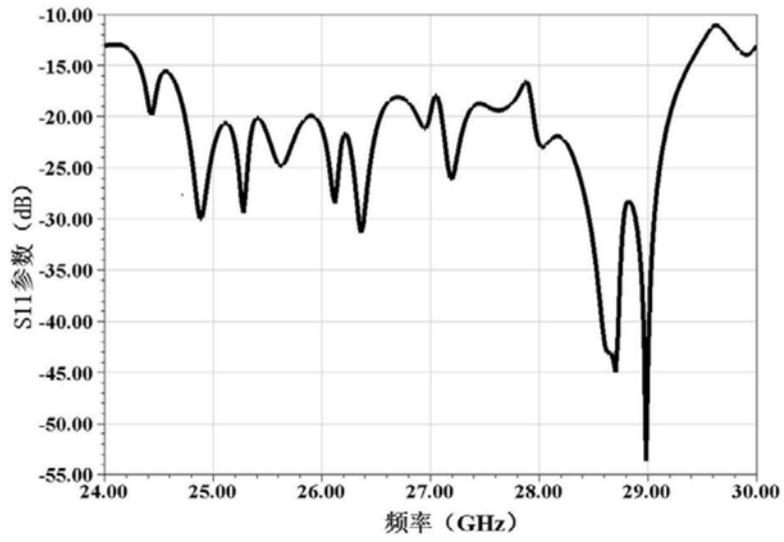


图6

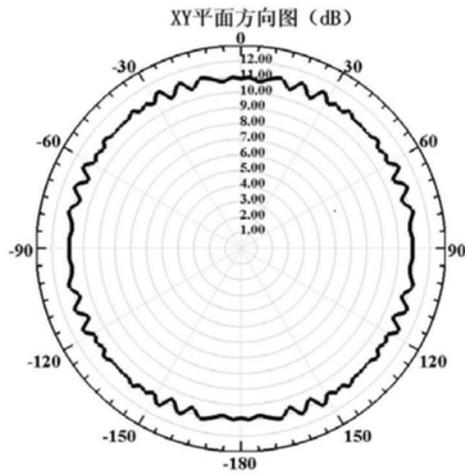


图7

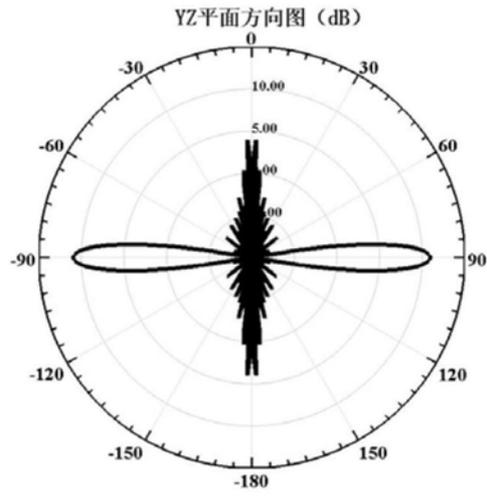


图8